ثمرات من دوحة المعرفة

قانون تسلسل الأحداث.. هل هو صدفة أم حَتمِية؟

إليز جانفريس و تييري دولارو

$$S_{10} = \sum_{k=1}^{10} 4\left(\frac{1}{2}\right)^{k-1} = 4\left(\frac{1-\left(\frac{1}{2}\right)^{10}}{1-\frac{1}{2}}\right)$$

n n a₁ r

$$= 8\left(1-\left(\frac{1}{2}\right)^{10}\right)$$

$$= \frac{1023}{128}$$

ترجمة:
د. عز الدين الخطابي

الطبعة الأولى 1433هـ 2012م
حقوق الطبع محفوظة
© هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة «مشروع كلمة»
QA273 .J3612 2012
Janvresse, Elise.
[La loi des series, hasard ou fatalite?]
قانون تسلسل الأحداث هل هو صدفة أم حَتْمية؟ / تأليف إليز جانفريس، تييري دولارو؛
ترجمة عز الدين الخطابي؛ مراجعة فريد الزاهي- أبوظبي:
هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة، كلمة، 2012.
ص 75 : 10×16 سم.
(سلسلة ثمرات من دوحة المعرفة)
ترجمة كتاب: La loi des series, hasard ou fatalite?
تدمك: 978-9948-17-030-3
1 - الاحتمالات. 2 - القضاء و القدر.
أ- Rue, Thierry de. ب-خطابي، عز الدين.
جـ-زاهي، فريد.

يتضمن هذا الكتاب ترجمة الأصل الفرنسي:
E. Janvresse et T. de la Rue
La loi des séries. Hasard ou fatalité ?
Ed. Le Pommier. 2007.

www.kalima.ae
ص.ب: 2380 أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، هاتف: 451 6515 2 971+ فاكس: 127 6433 2 971+

هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة
ABU DHABI TOURISM & CULTURE AUTHORITY

المحتويات

تقديم:

هناك أيام يُستحسن أن يظل المرء فيها راقداً في فراشه. ومع ذلك، فإن الأمور كانت تبدو لك جيدة في الصباح، حيث كنت قد توقعتَ المشاركة في حفل شواء Barbecue مع الأصدقاء. لكن مطراً غزيراً أيقظك، فتخليت عن الحفل وقررت الخروج للتسوق. وما إن غادرت منزلك حتى انفجر إطار سيارتك، فأضعت وقتاً كثيراً لتغيير العجلة تحت الأمطار التي لم تتوقف عن الهطول. وعند عودتك إلى المنزل، بعد اضطرارك للتوقف عند جميع نقط الضوء الأحمر طبعاً، تحركت بسرعة لتعويض تأخرك. لكنك ما لبثت أن انزلقت بالدَّرْج وكسرت فنجانين.

بعد فترة وجيزة، جرحت أصبعك أثناء تقشيرك للخضراوات. وفي نهاية النهار تخاصمت مع

زوجتك وكسرت كأساً آخر عند محاولة وضعه على الرّف. ويبدو من خلال هذه الأحداث وكأن طالع السوء ملازم لك طوال اليوم.

لكن، من منا لم يتعرض لهذا السَّيل من المتاعب؟ فهذا الصنف من الظواهر يتكرر كثيراً، إلى درجة أننا غالباً ما نردد المثل الفرنسي الشهير: «المصيبة لا تأتي بمفردها أبداً» Un malheur n'arrive jamais seul. ولا تختص اللغة الفرنسية بذلك، فهناك مثال شبيه بالمثال السابق، في اللغة الإنجليزية، مفاده «أن المطر لا يسقط فقط، بل يهطل سيولاً» it never rains but it pours.

وقد أدى تعدد الكوارث إلى ظهور عبارة في اللغة المتداولة، يستخدمها الصحفيون بكثرة عندما يعلنون عن وقوع حوادث متشابهة؛ إذ يكفي أن يندلع حريقان أو ثلاثة حرائق في اليوم نفسه، لكي يتحدث المذيع عن «قانون تسلسل الأحداث»،

حتى ولو كانت البيوت المحترقة، بعيدة عن بعضها بعضاً بمئات الكيلومترات. ونقترح عليكم مثالين حول توالي الكوارث، سبق أن اهتمت بهما وسائل الإعلام بشكل كبير؛ مع الإشارة إلى أننا سنعود إليهما بالتفصيل فيما بعد. أنتم تتذكرون أنَّه بتاريخ 2 أغسطس / آب 2005، خرجت طائرة تابعة للخطوط الجوية الفرنسية، عن المدرج أثناء هبوطها بمطار تورنتو Toronto مما تسبب في احتراقها؛ غير أن ركابها البالغ عددهم ثلاث مائة وتسعة، لم يصابوا بأذى. وبتاريخ 6 أغسطس / آب، سقطت طائرة تابعة لشركة تونتر Tuninter في البحر، قرب مدينة باليرمو palerme الإيطالية وبلغ عدد الضحايا أربعة عشر من بين الركاب البالغ عددهم تسعة وثلاثين. وفي 14 من الشهر نفسه، اصطدمت طائرة تابعة للخطوط الجوية اليونانية هيليوس Hélios، بجبل قرب أثينا، فقتل الركاب المائة والواحد والعشرون

جميعهم. ثم في 16 أغسطس/آب تحطمت طائرة تابعة لشركة الكرايبي الغربية West – Caribbean بفنزويلا وكانت الحصيلة مائة وستين من القتلى. أما بتاريخ 23 أغسطس / آب، فتحطمت طائرة تابعة لشركة تانس Tans بمنطقة الأمازون وقُتل أربعون راكبا من ضمن المسافرين البالغ عددهم ثمانية وتسعين (98).

وأمام هذا التوالي الرهيب للحوادث الجوية [خمسة حوادث في ظرف اثنين وعشرين يوماً!]، كان من الطبيعي الحديث عن قانون تسلسل الأحداث.

وفي مجال آخر، أثار توالي أحداث الموت المبكر في محيط علماء الآثار الذين ساهموا في عمليات التنقيب بداخل قبر توت عنخ آمون، أسئلة عديدة وقلقاً كبيراً على ما يبدو، لدى علماء الآثار الذين بقوا على قيد الحياة. وكان اللورد كرنافون Lord

Carnavon مُمَوِّل الحفريات، أول ضحية حيث توفي إثر إصابته بالتهاب رئوي، بعد أقل من ستة أشهر على اكتشاف تابوت الفرعون في شهر نوفمبر / تشرين الثاني سنة 1924. وانتشرت شائعة اللعنة التي أصابت كل من أقلق راحة الفرعون بسرعة كبيرة. وحسب المعلومات المستقاة، فقد تم إحصاء ما بين عشرين وثلاثين حالة وفاة، ضمن المقرَّبين من العلماء المتخصصين في مصر égyptologues، في السنوات اللاحقة. وهنا أيضاً برز قانون تسلسل الأحداث على الواجهة. وتظل هذه الأحداث المتسلسلة المأساوية أو تلك الوقائع المتكررة والأحسن حظاً بالمقابل، غير منتظرة على الدوام، كما تبدو لنا غير طبيعية، بل إن بعضها يكون مُحَيِّراً إلى درجة أننا نؤولها في بعض الحالات بوصفها علامة عن ظلم القدر، أو على العكس، باعتبارها دليلاً على حسن طالعنا، بحيث نميل إلى الاعتقاد بأن وراء كل

نتيجة يوجد سبب قصدي. لهذا، نشعر بالحاجة إلى تبريرها، حتى ولو أدى بنا الأمر إلى استدعاء سبب غير طبيعي، مثل انتقام فرعون منزعج من التشويش على راحته الأبدية. لكن، ألا يعتبر البحث عن الخارق لتفسير ما لا نفهمه أو ما لم نتمكن من فهمه بعد، بمثابة حلٍّ سهل؟

إن المقاربة العلمية تتمثل، على العكس من ذلك، في البحث عن تفسير عقلاني للظواهر الغريبة. ولتفعيل ذلك، يمكن البدء بملاحظة دقيقة للعالم المحيط بنا وإحصاء الأحداث الظرفية المتشابهة والتي لا يمكن تفسيرها، بغرض استخلاص بنية موحدة لها. وهو ما حاول عالم الأحياء الألماني بول كاميرر Paul Kammerer القيام به عند بداية القرن العشرين، بهدف تطوير نظرية تسلسل الأحداث. ويعتبر مؤلَّفه الموسوم بـ «قانون تسلسل الأحداث، ما يعلمه لنا تكرار أحداث الحياة والعالم» مصدراً

لصيغة «قانون تسلسل الأحداث» المتداولة. فهذا القانون يوحي بوجود مبدأ كوني تتجاذب بمقتضاه الوقائع من طبيعة متشابهة، كما يفسر تسلسل المآسي التي وصفناها قبل قليل. وقد مهَّد عمل كاميرر لمفهوم التزامنية synchronicité الذي طوره المحلل النفساني كارل يونغ Karl Jung، حيث منح دلالة للمصادفات ذات الصلة باللاشعور المُلاَحِظ. بيْد أن تفسير كل ظاهرة جديدة بمفهوم جديد، يعتبر بمثابة إجراء شبه علمي وسهل الاستعمال إلى حد كبير. لذلك، فإن الخطوة الجيدة تتمثل في البحث أولاً عن أبسط التبريرات الممكنة، أي بدون إدراج عناصر غير ضرورية. وهذا هو مبدأ «موسى أوكام» Le rasoir d'Occam، الذي يهدف إلى عدم استعمال فَرَضيّات جديدة، ما دامت الفرضيات المعلنة كافية. وهو ما سنقوم به لاحقاً من خلال البحث عن تفسير عقلاني لوقوع الأحداث بشكل متسلسل.

هل يمكننا تفسير تسلسل الأحداث؟

ما نوع المبررات الذي سيرْضينا؟

يمكننا طبعاً التعرف على السبب المشترك بين الأحداث أو الرابطة القائمة بينها. مثلاً، قد يبدأ يوم سيئ بِتَكَدُّر يعكر مزاجنا ويهيِّئنا للقيام بأعمال طائشة متسلسلة، وأيضاً لحساسية أكبر تجاه كل ما يزعجنا. فوقوع جرائم متشابهة بمنطقة، يؤدي إلى افتراض وجود قاتل بالتسلسُل tueur en série. وبخصوص اللعنة الصادرة عن توت عنخ آمون، فقد قُدِّمَت تفسيرات عديدة، منها أن العلماء المتخصصين في مصر، قد تعرضوا لمرض ناجم عن فُطْرَة Champignon متكونة داخل فضلات الخفافيش Histoplasmose[1]؛ أو أن وجود جزيئات

(1) من أعراض هذا المرض، ارتفاع في حرارة الجسم وانتفاخ في الكبد والطحال. وقد اكتشف هذا المرض سنة 1906 الطبيب

حساسة داخل القبر أدّى إلى وقوع التهابات صدرية لدى علماء الآثار. لكن هذه التفسيرات لم تكن مقنعة. وسنعود لاحقاً إلى تاريخ هذه اللعنة.

ما يدفعنا إلى البحث عن تفسير لتسلسل الأحداث المتشابهة هو اقتناعنا بأنها لا يمكن أن تكون عَرَضِيّة. وهذا هو الانطباع الذي تولّد لدينا على الأقل، إذ يبدو أن هناك مصادفات كثيرة يصعب إرجاعها جميعها إلى عامل الصدفة. لكن ألا يمكن أن نكون مخطئين في تقديرنا؟ باستطاعتنا عند تحليل الحالة موضوعياً، إدراك كيف أن تسلسل الأحداث ليس مفاجئاً في الواقع، بالقدر الذي نعتقده؛ وبأن الصدفة وحدها هي التي تؤدي حتماً إلى ملاحظة هذا الصنف من الظواهر. وهذا يعني عدم وجود سبب خاص، يمكنه إنتاج هذا التسلسل

الأمريكي صامويل تايلور دار لينغ S.T Darling (1925–1876)، المترجم.

من الحوادث، وبأن اندهاشنا راجع إلى عدم معرفتنا تقدير حظوظ وقوعها.

وبالفعل، فإن حدسنا غالباً ما يخدعنا عندما يتعلق الأمر بتقدير حظوظ وقوع الأحداث، خصوصاً إذا كانت نادرة. فنحن نُقَدِّر تكرار الوقائع انطلاقاً من معيشنا. وكلما كان حدث ما نادراً تراجعت قدرة تجربتنا الخاصة عن مساعدتنا. ففي نظركم، أين يتجلى الاحتمال الأكبر، هل في التعرض لحادثة طيران، أم في التعرض لصاعقة أم في الموت الرحيم euthanasie؟ وإذا ما شاركتم في لعبة الحظ المتمثلة في اختيار وجه أو ظهر القطعة النقدية، فهل ستكونون مستعدين للمراهنة على حصول سلسلة متتالية من وجه القطعة النقدية التي تم رميها عشر مرات؟ وماذا سيحصل لو رميتموها ألف مرة؟ وهل يعتبر لقاء شخص من معارفكم خلال العطلة، أو الالتقاء بشخص تشتركون معه في

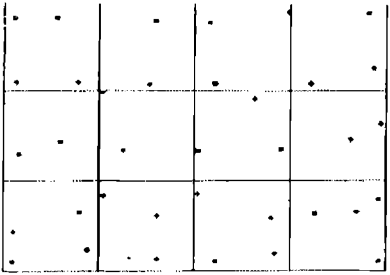
صداقة شخص ثالث، من الأمور العجيبة؟

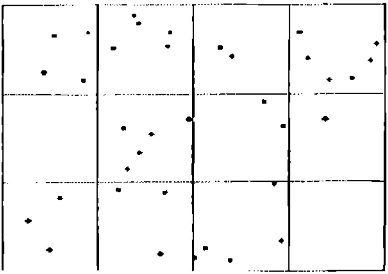
لكي نعرف ما إذا كانت السلسلة هي نتيجة لتلاقي المصادفات، يجب علينا، أولاً، أن نتعلم كيفية التعرف على نتائج الصدفة.

كيف تصنع الصدفة الأحداث؟

لا تتصرف الصدفة دائماً وفْقاً لما نتوقع. ولإبراز صعوبة الإحاطة بها، قمنا بتجربة صغيرة. ففي الشكل أسفله تبدو طريقتان لتوزيع ست وثلاثين نقطة داخل مستطيل. وتم إنجاز الطريقة الأولى عبر مطالبة شخص بوضع النقط الست والثلاثين «كيفما اتفق» [حيث ستوضع الشبكة فيما بعد]. أما الثانية، فاستُخدم فيها برنامج تصنع احتمالي simulation aléatoire، وقد وُضع هذا البرنامج على أساس أن يكون لكل نقطة، حظوظ الوجود نفسها داخل أي مكان بالمستطيل، من دون أن

يؤخذ موقع النقط الأخرى بعين الاعتبار.





وبصيغة أخرى، فإن أحد التوزيعين [المحصل عليه بواسطة الحاسوب] قد تم من خلال اصطناع القوانين الحقيقية للصدفة، في حين أن التوزيع الآخر كان انعكاساً للإدراك الإنساني لهذه الأخيرة.

وفي نظركم، ما هو التوزيع المحصَّل عليه بواسطة الحاسوب؟

لنبدأ بحساب أولي. ما دامت هناك اثنتا عشرة خانة داخل الشبكة، فإن كل مستطيل سيتضمن في المعدل $3=\frac{36}{12}$، أي ثلاث نقط في كل خانة.

ويُظهر المستطيل الأول احتلالاً جيداً للمكان من قِبَل النقط، فكل الخانات تحتوي على عدد يتراوح بين نقطتين وأربع نقط، ولا توجد أي خانة فارغة. ويبدو هذا الأمر ملائماً لما يسمح حساب الوسط لدينا بتوقعه.

وعلى العكس من ذلك، فإن المستطيل الثاني يظهر لنا بعض النقط المجتمعة على شكل حُزَم، بحيث يصل عدد بعضها إلى ست نقط، في حين يطال النسيان منطقتين داخل المستطيل.

وإذن، ما هو تخمينكم؟ فالتوزيع الحاصل فعلاً عن طريق السحب الاحتمالي tirage aléatoire هو

الثاني، حيث تنتشر النقط بشكل أقل نمطية. وهذه الظاهرة نموذجية، فالصدفة لا توزع كل النقط أو الأحداث بطريقة منتظمة. وتبيِّن الشبكة الأولى ميلنا إلى المبالغة في تقدير انتظام الصدفة. والنقط الموضوعة بشكل مستقل في الواقع بعضها عن بعض، تتوفر على حظوظ ضئيلة لتنتشر بشكل متجانس.

وبالفعل، فإن السحْب عن طريق الصدفة يتمثل في البحث الجزافي عن توزيع للنقط ضمن عدد هائل من الطرق الممكنة لموضعتها. والحال، أن التشكلات configurations المنتظمة، مثل تشكل الشبكة الأولى، هي عبارة عن نسبة ضئيلة داخل كل التشكلات الممكنة. [فإذا ما اكتفينا فقط بعدد النقط في كل خانة وليس بموقع النقط داخل كل واحدة منها، فإننا سنحصل على أكثر من سبعة عشر ملياراً من التشكلات الممكنة. ومن بينها، هناك

فقط 73789 تشكلاً يتضمن ما بين نقطتين وأربع نقط داخل كل خانة؛ وهو ما يمثل واحداً على مائتي ألف. هناك إذن حظوظ ضئيلة في انتقاء أحدها عن طريق الصدفة الحقيقية]. ولكي يضع شخص ما النقط بطريقة الصدفة نفسها، عليه أن يكون أعمى وفاقداً للذاكرة، مما سيسمح له في كل نقطة جديدة بنسيان وضعية النقط السابقة. هكذا، فإن انتظام الشبكة الأولى يعكس إرادة الشخص الذي ملأها ورغبته في ألا يضع النقط أقرب أو أبعد مما ينبغي، بالنسبة لبعضها بعضاً. وتبين هذه التجربة إدراكنا السيئ لنتائج الصدفة المرتبط بدون شك، بعادتنا في الاستدلال «بالمتوسّط» وهذا ما شرعنا في القيام به عند حسابنا لمتوسط النقط داخل كل خانة. فحساب المعدلات حاضر بالفعل، في كل مجالات حياتنا المألوفة. ونحن نصادفه منذ المدرسة الابتدائية، عندما يتم تقويم التلميذ وفق معدله.

فالأمر يتعلق بمعدل نقطه الذي يُفترَض فيه تمثيل مستواه الدراسي. وعندما نشتري سيارة، فإن المعيار الذي يتم إبرازه هو معدل استهلاكها الذي يعطي فكرة عن تكلفة استخدامها. وإذا ما عرضت علينا الإحصائيات لائحة بتطور أثمان البضائع خلال سنة، فإننا سنجد أمامنا عدداً كبيراً من المعطيات. ولكي نكوِّن فكرةً عن التضخم، فإننا نلخص هذه المعطيات بحسابنا لمعدل الزيادة في الأثمان. كذلك، لتقدير مدى إمكانية تعرضنا لمرض ما، فإننا نقوم بحساب المتوسط، أي معدل الحالات المَرَضِية بالنسبة لمائة ألف شخص مثلاً.

ومن فوائد المتوسِّط، أنه يلخص وضعية معقدة في رقم واحد، مما يسهل عملية المقارنة بين سنة وأخرى أو بين بلد وآخر. لكن الاقتصار على المتوسِّط، يمكن أن يكون خادعاً وأن يساهم في إخفاء معلومات مهمة. فبإمكان متوسِّط معتدل

للتضخم أن يحجب مثلاً الزيادات الكبيرة في أثمنة المنتَجات الغذائية التي تم تعويضها بانخفاض أثمنة المنتجات المعلوماتية. ومن الممكن أن يخفي المعدل الضعيف لتلميذ ما، التقدم الذي حققه خلال الدورة. وفي مجال الأرصاد الجوية، يبدو من الطبيعي تسجيل درجات الحرارة المختلفة، انطلاقاً من «الدرجات الموسمية الطبيعية» المشهورة. لكن، على عكس ما قد يُفهم من تسميتها، فإنها تطابق معدلات محسوبة على مدى عدة عقود؛ علماً بأن كل واحد منا، يلاحظ بأن درجات الحرارة تتغير من يوم لآخر.

لنعد الآن إلى مثال حوادث الطائرات. فحسب الإحصائيات المسجلة ما بين 1995 و 2004، فإن المعدل التكراري لسقوط الطائرات كان واحداً خلال كل خمسة وعشرين يوماً. وقد نعتقد خطأً بأن عبارة «سقوط طائرة كل خمسة وعشرين

يوماً»)، تفيد بأن الظاهرة منتظمة. والحال، أن ذلك لا يعني أننا إذا وقع حادث سقوط طائرة، سنظل مرتاحي البال مدة أسبوعين أو ثلاثة أسابيع. كما لا يعني أنه مادام لم يقع أي حادث خلال الشهر، فإن حوادث السقوط ستزداد فيما بعد. لهذا، فإن المتوسِّط لا يقدم دائماً، وصفاً دقيقاً للواقع. وسنرى كيف أن الصدفة تنتج تجميعاً للأحداث، بشكل طبيعي لا يمكن للمعدل إبرازه. بهذا الصدد، تشكل مفارقة أعياد الميلاد مثالاً صارخاً لهذه الظاهرة. فهل بإمكانكم المراهنة على أن من بين تلاميذ قسم معين، يوجد تلميذان على الأقل، يحتفلان بعيد ميلادهما في اليوم نفسه؟ طبعاً، الأمر يتوقف هنا على عدد التلاميذ! فإذا ما كان هذا العدد يتجاوز ثلاث مائة وخمسة وستين تلميذاً، فسيكون الأمر ممكناً بكل تأكيد. لكنْ، لنتعاملْ مع حجم واقعي لقسم يضم ستة وثلاثين تلميذاً مثلاً، وهو ما يمنحنا

معدلاً لعيد ميلاد واحد كل عشرة أيام تقريباً. ونشير هنا بأن هذه المسألة شبيهة بمسألة النقط الست والثلاثين الموزعة على المستطيل. فكما هو الشأن بخصوص نقط الشكل السابق، لا توجد أي رابطة بين تواريخ أعياد الميلاد [اللهم إذا ما كان هناك توائم، لكننا سنترك هذه الإمكانية جانباً]، بحيث إنها قد تحصل في أي وقت من أوقات السنة. لنتصورِ الآن بأن النقط هي تواريخ أعياد الميلاد التي سنسجلها يومياً، هي عبارة عن مستطيل مقسم إلى ثلاث مائة وخمس وستين خانة [أي خانة لكل يوم]. المسألة المطروحة هي معرفة حظوظ وجود نقطتين داخل الخانة نفسها. وقد سبق أن رأينا كيف أن توزيع النقط، وبالتالي أعياد الميلاد، ليس منتظماً. لكن، هل يمكننا أن نتوقع حدوث حفلين لعيد الميلاد في اليوم نفسه؟ نعم، إن ذلك ممكن! ويبيِّن لنا الحساب بأن هناك اثنين وثمانين حظاً على مائة،

كي يحتفل تلميذان من بين الستة والثلاثين تلميذاً، بعيد ميلادهما في اليوم نفسه.

وفي الواقع، فإن إمكانية وقوع حفلين، انطلاقاً من اثنين وعشرين شخصاً، تتجاوز خمسين بالمائة، وهي تتزايد بسرعة كبيرة مع تزايد عدد الأشخاص. هكذا، فبالنسبة لاثنين وسبعين فرداً، تصل الحظوظ إلى 999 من 1000، لكسب الرهان. وتبرز هذه الظاهرة المثيرة، بشكل أكبر، إذا أخذنا بعين الاعتبار الحالات «القريبة من المصادفة»، إذ يكفي توافر أربعة عشر شخصاً، لكي يكون هناك أكثر من نصف الحظوظ بوقوع حفلين لعيد الميلاد، يفصل بينهما أقل من يوم.

وأخيراً، يبدو من الطبيعي أن تحصل المصادفات؛ لكن، هل ترجع كلها إلى الصدفة؟ وكما رأينا، فنحن لا يمكننا الاعتماد على حدسنا لإقرار ذلك. فلتحديد ما إذا كان تسلسل الأحداث مدهشاً فعلاً،

يجب علينا الرجوع إلى الرياضيات.

ما دخْل الرياضيات هنا؟

عندما ننعت حجة ما بأنها «رياضية»، فإننا نشدِّد على جانبها اليقيني الذي لا يقبل الجدل. ولهذا، يبدو حديث الرياضيات عن الصدفة التي هي غير متوقعة من حيث التعريف أمراً مفارقاً. ومع ذلك، تم ابتكار فرع مهم في الرياضيات لدراسة الظواهر الاحتمالية، أي الظواهر ذات الصلة بالصّدفة، وهو المعروف **بنظرية الاحتمالات** théorie des probabilités. هذه النظرية ظهرت في القرن السابع عشر، للإجابة على أسئلة مستوحاة من ألعاب الحظ. ويؤرخ لانبثاقها، في فترة تبادل الرسائل بين المفكرين الفرنسيين بليز باسكال Blaise Pascal وبيير دوفيرما Pierre de Fermat، بخصوص مشكلات النرد التي طرحها الكاتب

الفرنسي المعروف بفارس دوميري Chevalier de Méré سنة 1654. ومنذ تلك الفترة، عرف هذا المجال الرياضي تطوراً مستمراً واستخدم لِنَمْذَجَة كل الوضعيات التي كانت تجهل بعض المعلومات في إطارها. وما زالت نظرية الاحتمالات، تشغل اهتمام مئات الباحثين بالعالم حالياً، نظراً لاتساع مجال تطبيقها. هكذا نجح الرياضيون بمجهود كبير، في إقامة حقائق لا تُجادل حول أحداث الصدفة، إلى درجة أننا أصبحنا من الآن فصاعداً، نتحدث عن «قوانين الصدفة».

لكن، **ما المقصود بالاحتمال** أولاً وقبل كل شيء؟ إنه عدد موجود بين صفر وواحد نمنحه لحدث قابل للتحقق. ويقيس هذا العدد حظوظ وقوع الحدث وفْق المعلومة المتوافرة لدينا حول المسألة. وكلما كان الاحتمال كبيراً، كلما اعتبرنا وقوع هذا الحدث مقبولاً. فقيمة الصفر هي الاحتمال

المتعلق بحدث يستحيل وقوعه، في حين ترتبط قيمة واحد بالأحداث المؤكَّدة. هكذا، فإن حظوظ وقوع حدث بنسبة واحد على اثنين، مثل ميلاد طفلة بدل طفل، تقدر ب ½ أي على 0,5. لكن علينا أن ننتبه هنا، فهذا الاحتمال يختلف بحسب المعلومة المتوافرة لدينا. وإذا ما خضعت المرأة الحامل للتصوير بالصدى échographie، فإن الاحتمال يصل إلى واحد تقريباً بالنسبة للطبيب الذي أشرف على الفحص وعلم بأن الجنين أنثى. أما إذا لم يرغب الأبوان في معرفة جنس المولود(ة) المنتظر(ة)، فإن الاحتمال يظل بالنسبة إليهما، مساوياً ل 0,5. وهو الاحتمال نفسه لسقوط قطعة نقدية على الأرض، من جهة الظهر، أي 0,5 أيضاً. لكنْ، لنتصورْ أن هذه القطعة مزوَّرة وبأننا لا ندري من أية جهة وقع التزوير. ما دمنا لا نتوافر على أي معلومة بهذا الخصوص، فلن يكون هناك أي مبرر

لتفضيل ظهر القطعة النقدية على وجهها. وسيكون احتمال سقوط القطعة النقدية مساوياً لـ 0,5 بالنسبة للجهتين. لكن، إذا ما قمنا برمي هذه القطعة عدة مرات، فإن النتائج المحصل عليها سَتُعْلمُنا بانحراف هذه الأخيرة، أي بميلها إلى السقوط بجهة أكثر من الجهة الأخرى. وسنستنتج انطلاقاً من هذه المعلومات الجديدة، احتمال سقوطها جهة الظهر. لنتصور بأن هذا الاحتمال قدر بـ 0,6 أي بستة حظوظ من بين عشرة للسقوط بالجهة المذكورة، عندها سيكون احتمال سقوطها من جهة الوجه هو: 1-0.6=0.4، أي أربعة حظوظ على عشرة. هكذا، سيكون من المفيد اللجوء في غالب الأحيان، إلى الإحصائيات بناء على المعطيات الملاحظة. وبخصوص لعبة الوجه والظهر، فإننا سجلنا نسبة السحب التي سمحت بسقوط القطعة النقدية من الجهة الأخيرة. أما في دراسة سقوط الطائرات، فمن

الصعب معرفة تكرار الحوادث خلال السنوات الأخيرة. وفيما يتعلق بلعنة توت عنخ آمون، فإن الأمل في الحياة لدى علماء الآثار في تلك الفترة [وتحديداً أولئك الذين لم يقتربوا من القبر]، يشكل معياراً ثابتاً ودقيقاً. ومن الناحية العملية، يختار الرياضيون النموذج الذي يعتبرونه ملائماً للوضعية الخاصة المدروسة، ويستنبطون الصياغات العامة من خلاله. وبمساعدة الإحصائيات المتوافرة، يحصلون على الاحتمالات المبحوث عنها بواسطة الصيغ [الرياضية]. وسنوضح هذه الطريقة بالتفصيل، من خلال مثال تسلسل حوادث الطيران.

أن نكون أو لا نكون مستقلين

ما هو النموذج المناسب لدراسة المصادفات المتسلسلة؟ تتمثّل المسألة الأساسية في معرفة ما إذا كانت ملاحظة تسلسل الأحداث، تشهد على

وجود رابطة بينها. مثلاً، هل يكشف تسلسل حوادث الطيران في شهر أغسطس/آب 2005، عن ارتفاع مفاجئ لنسبة خطر وقوع هذه الحوادث، بسبب تراجع المراقبة وأشغال الصيانة، أم بسبب تقادم الأسطول الجوي؟ أم على العكس، لا توجد أي رابطة بين هذه الحوادث؟ إن وجود أو عدم وجود رابطة بين الوقائع، يعبّر عنه في الرياضيات بمفهومي التبعية والاستقلالية. هكذا، يُعتبر حدثان مستقلين، عندما لا تقدم ملاحظة أحدهما أي معلومة عن وقوع الآخر. مثلاً، إن معرفتي بكوني سأتناول الكسكسي في وجبتي المقبلة، لن يفيدني في شيء بخصوص معرفة أحوال الطقس، لأن واقعة «سآكل الكسكسي في منتصف النهار» وواقعة «ستمطر السماء هذا المساء»، مستقلان. وعلى العكس من ذلك، فإن واقعة «سآخذ مظلتي عند الذهاب لتناول الطعام» وواقعة «سيسقط المطر

هذا المساء»، ليسا مستقلين. فإذا ما حملتُ مظلتي، فذلك يعني أن الطقس ينذر بالأسوأ بكل تأكيد، مما يسمح لي بأن أفترض احتمال سقوط المطر.

لكن مفهوم التبعية يثير نوعاً من الصعوبة، لأنه لا يعني دائماً علاقة مباشرة بين سبب ونتيجة. فقد بيَّنت إحدى الدراسات بأن الأطفال المتوافرين على أيادٍ كبيرة، يقرؤون أكثر من غيرهم.

ومع ذلك، فإن الأيادي الكبيرة لا تساعد على القراءة، مثلما أن هذه الأخيرة لا تسهم في نمو الأيادي! لكن الحدثين تابعان بعضهما لبعض رغم كل هذا، لأنهما مرتبطان معاً بسن الطفل. ويعتبر هذا الخلط بين التبعية وعلاقة السبب بالنتيجة مصدراً للعديد من الأفكار الجاهزة. غالباً ما نسمع بأن «المضادات الحيوية تولد التعب». وبالفعل فإننا نكون واهنين عندما نضطر لتناول المضادات الحيوية، لكن المرض الذي نسعى للعلاج منه، هو

سبب هذا التعب وليس الدواء. فحالة الأحداث المستقلة هي من بين أبسط الحالات، لأن احتمال ملاحظة عدة أحداث مستقلة هو حاصل ضرب كل احتمالات وقوعها. مثلاً، إذا كانت حظوظ وقوع حدثين مستقلين كل على حدة هي واحد على عشرة، فإن حظوظ وقوعها معاً ستكون هي واحد على مائة أي $1/10 \times 1/10 = 1/100$. وبخصوص ثلاثة أحداث، ستصل هذه الحظوظ إلى واحد على ألف. والملاحظ أن الاحتمال يقل بسرعة كبيرة، كلما أخذنا بعين الاعتبار مزيداً من الأحداث.

هكذا، فإن احتمال تحقق تسلسل الأحداث المستقلة، سيتراجع تدريجياً، كلما امتدت السلسلة. ولهذا السبب، فإن ملاحظة تسلسل المصادفات، جعلنا نعتقد بأن هناك رابطة بين الأحداث. وإذا لم يكن الأمر كذلك [وبعبارة أخرى، إذا كانت هذه الأخيرة مستقلة]، فإن حظوظ حدوث التسلسل

ستكون ضئيلة ولن نتمكن من معاينتها. وبالفعل، فإن الفكرة المتضمَّنة هنا، هي أن الحدث الذي يكون احتمال وقوعه ضعيفاً، لن يقع رغم كونه ممكناً قبلياً. وهناك مثال شهير بهذا الصدد، اقترحه العالم الرياضي إميل بوريل Emile Borel يتعلق ب «القَردة الرّاقنة على الآلة الكاتبة» التي لا تتوقف عن استخدام ملمس الآلة. طبعاً فإن توالي الحروف أمر ممكن الحدوث، لكن فكرة كتابة قرد لحكايات لافونتين la Fontaine من دون أخطاء، تعتبر أمراً بعيد الاحتمال بحيث يمكن اعتباره بحق مستحيلاً تماماً. وهذه أقصى حالة؛ لكن، لا يجب أن نستنتج من خلالها عدم إمكانية وقوع سلسلة من الأحداث المستقلة. وسنتعرَّف لاحقاً على حالات يكون احتمال وقوعها مهماً.

إننا في الحياة، وباستثناء حالات خاصة مثل سحب لعبة اللوتو، لا ندري ما إذا كانت الأحداث

الملاحَظة من قِبلنا مستقلة في الواقع. وإذا ما أردنا استخلاص النتائج من ملاحظة سلسلة معينة، يجب أن نكون صارمين في تحليلنا للوقائع. ولكي نحدِّد وجود رابطة بين هذه الوقائع، سنتبع الخطوة التالية، بحيث سنفترض عدم وجود أي رابطة بين الأحداث الملاحظة؛ وبصيغة أخرى، سنفترض بأنها مستقلة. نستنتج من جراء ذلك احتمال وقوع التعاقب بينها. وإذا ما تبين لنا بأن هناك تعاقباً لا يستهان به، فإن ذلك سيعني إمكان تفسير التسلسل بالرجوع إلى الصدفة، من دون أن تكون هناك بالضرورة رابطة بين الوقائع. في هذه الحالة، سيكون حدْسنا هو الذي خدعنا بخصوص غرابة التسلسل.

بالمقابل، إذا ما أدى نموذجُنا إلى احتمال ضعيف، رغم الملاحظة الجيدة للتسلسل، فسيعني ذلك أن هذا النموذج لم يأخذ الواقع بعين الاعتبار. والحال، أن الفرضية الوحيدة هنا هي أن كل الأحداث

مستقلة. لهذا، فنحن لم نكن على صواب عندما افترضناها، إذ توجد علاقة بينها بدون شك، ويتعيَّن علينا اكتشافها.

لنَرَ الآن كيف تتم العملية انطلاقاً من أمثلة محددة.

هل بإمكاننا توقُّع تسلسل سقوط الطائرات؟

لنبدأْ بتذكيرٍ مختصر بالوقائع. خلال صيف 2005، أثار التوالي المأساوي لسقوط الطائرات قلقاً عاماً، إذ أصيبت خمس طائرات للنقل المدني في حوادث مأساوية، ما بين الثاني والثالث والعشرين من أغسطس /آب.

وعلى عكس ما حدث في سبتمبر /أيلول 2001، لم يبد أي سبب واضح مشترك بينها. وقد أرجعت وسائل الإعلام التي تحدثت عن ازدياد عنيف للمخاطر، هذه الحوادث إلى مشاكل الصيانة. لهذا، كان من اللازم لمعرفة ما إذا كان هذا التسلسل المأساوي، بحق، علامة على تغير في شروط السلامة، البحث عن بعض عناصر الإجابة في التحليل الإحصائي لحوادث الطيران.

ولقد اسْتَقَيْنَا من الإنترنت بعض الأرقام المتعلقة بالرحلات الجوية التي أقلت كل واحدة منها أكثر من ثلاثين راكباً، في الفترة الممتدة ما بين 1995 و 2004، والتي شغلت حوادثها وسائل الإعلام بشكل كبير. فخلال هذه السنوات العشر، تم في المعدل إحصاء عشرين ألف إقلاع في اليوم وحوالي حادثة واحدة من خمس مائة ألف رحلة. فكيف يمكن انطلاقاً من هذه المعطيات، حساب احتمال ملاحظة تسلسل سقوط هذه الطائرات الخمس، إذا ما افترضنا بأن سقوط كل طائرة، تم بشكل مستقل عن سقوط الأخرى؟ يشير تكرار هذه الحوادث، إلى أن احتمال سقوط الطائرة بالنسبة لكل رحلة، هو بمعدل واحد على خمس مائة ألف 1/500000. هكذا وعلى افتراض أن الحوادث مستقلة، فإن احتمال سقوط الطائرات المعنية سيكون هو: [5] (1/500000) أي أقل من حظ على مليار /مليار/

مليار من الحظوظ! وهو ما يعتبر شبه مستحيل.

لكن ما أدهشنا ليس هو الرقم خمسة ولا هوية الطائرات الخمس التي تعرضت للحادثة. إن الأمر المثير حقاً، هو العدد المهم للحوادث، خلال تلك المدة القصيرة. وكنا سنندهش بالشكل نفسه، لو أن خمس طائرات أخرى كانت قد سقطت خلال اثنين وعشرين يوماً أيضاً أو كنا قد لاحظنا مزيداً من الحوادث. الحساب السابق لم يكن دقيقاً. وما يهمنا هو احتمال سقوط خمس طائرات على الأقل، غير محددة مسبقاً وفي ظرف اثنين وعشرين يوماً. وهذا الاحتمال أكبر بطبيعة الحال، لأن عدد طرق اختيار الطائرات المعرَّضة للسقوط، من بين كل الطائرات المقلعة خلال هذه المدة من الأيام، يعتبر كبيراً جداً.

وهو ما حصل أيضاً مع مفارقة أعياد الميلاد. وبالعلاقة مع تلميذين تمَّ اختيارهما مسبقاً، سيكون احتمال احتفالهما بعيد ميلادهما في اليوم نفسه،

هو واحد على ثلاث مائة وخمسة وستين، في حين سيصل احتمال وقوع احتفالات بعيد الميلاد اليوم نفسه، في قسم من ستة وثلاثين تلميذاً إلى اثنين وثمانين حظاً من أصل مائة. وسيزداد الاحتمال بازدياد عدد التلاميذ، إذ ستكون هناك إمكانية لوجود أزواج متزايدة من هؤلاء التلاميذ. وكما هو الشأن بخصوص هذه الأعداد المتعلقة باحتفال عيد الميلاد، نشير إلى أن عدد المرات التي تقلع فيها الطائرات يومياً، يشكل معطى مهماً لدراسة سقوطها. وقد رأينا كيف أنَّ من الممكن تقدير هذا العدد بحوالي عشرين ألفاً. ما هي الطريقة المتبعة إذن لإقرار عدد الحوادث المتوقعة إحصائياً على مدى اثنين وعشرين يوماً؟ إن النموذج الجيد المستعمل هنا، هو القائم على «**قاعدة بّواسون**»، المدعوة أيضاً بقاعدة الأحداث النادرة. وتسمح هذه القاعدة التي صاغها سيميون دوني بواسون Simeon Denis

Poisson سنة 1837، بوصف حاصل جمع مختلف الظواهر ذات الاحتمال الضعيف والمستقلة بعضها عن بعض. وهي قاعدةٌ وجيهة ومناسبة، لأننا نفترض بأن حوادث الطائرات تقع بالضبط، بشكل مستقل. وفضلاً عن ذلك، فإن عدد الطائرات المقلعة يومياً مرتفع جداً [عشرين ألفاً]، كما أن احتمال وقوع حادثة، ضئيل بالنسبة لكل رحلة (1/500000). وتتوافر قاعدة بواسون التي تصف عدد الحوادث خلال فترة محددة على معيار ثابت يدعى « الحدَّة» intensité؛ وهو متطابق مع متوسط عدد الحوادث خلال الفترة المذكورة. كما يتم الحصول على هذا المتوسط بضرب عدد الطائرات المقلعة خلال اثنين وعشرين يوماً (22x20000) في احتمال وقوع الحادثة (1/500000). هكذا ستساوي حدَّة λ ما يلي:

$$0,88 = (1/500000) \times (20000 \times 22) = \lambda$$

وستستخدم هذه القيمة لتحديد الاحتمال

P(n) بوقوع (n حوادث) خلال اثنين وعشرين يوماً. وإذا ما كنتم تخشون الصياغات الرياضية، فإن بإمكانكم أن تعاينوا مباشرة الجدول التلخيصي للنتائج. هكذا، فإن قاعدة بواسون ستُدرج الدّوال Fonctions الأسّية «exponentielles» والعاملية «factorielles» التي يمكن بلوغها بفضل ملامس آلتكم الحاسبة (e^x) و (n!). وتشير « الدالة العاملية n التي تصاغ اختصاراً ب (n!) إلى حاصل ضرب كل الأعداد الكاملة بين واحد (1) و n أي

$$n ! = 1x\ 2\ x\ 3\ x\ \ldots x\ (n-1)\ x\ n$$

[إذا كانت n تساوي صفراً (n=0)، فإننا نحصل على n!=0!= 1]. وحينما نقول إن عدد الحوادث تابع لقاعدة بواسون المحدد بشدة الوتيرة λ، فذلك يعني أن احتمال اكتساب هذا العدد للقيمة n يصاغ كما يلي:

$p(n)=(1/e^{\lambda})x\lambda^{n}/n!$

وما مادامت λ تساوي 0,88، فإننا سنحصل تقريباً على الاحتمالات التالية:

P(0)	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)
0,415	0,365	0,161	0,047	0,01

P(5)	P(6)	P(7)	...
0,0018	0,000267	0,0000336	...

إن احتمال وقوع خمس حوادث على الأقل، خلال اثنين وعشرين يوماً، يساوي حاصل جمع P(n)، عندما تكون كل قيم n أكبر أو مساوية لخمسة. وهو ما سيضع بين أيدينا أرقاماً عديدة للجمع! ولكي نقوم بحسابات أقل، يمكن اللجوء إلى عملية أذكى، تتمثل في تحديد أوّلي

لاحتمال عدم حدوث الواقعة التي تهمنا، أي أن ينحصر الأمر فقط في صفر، واحد، اثنين، ثلاثة أو أربع حوادث accidents خلال الفترة المذكورة. وبهذا المقتضى سيكون حسابنا كالآتي: P(0)+P(1)+P(2)+P(3)+P(4) وسنحصل على ما يقارب 0,998، بمعنى أن هناك تقريباً 998 حظاً من 1000، في احتمال وقوع أربع حوادث على أكثر تقدير. هكذا، سيناهز احتمال تسلسل خمس حوادث على الأقل، اثنين من ألف، في الفترة المعنية. هل يتعين علينا إذن أن نستخلص بأن فرضية الاستقلالية التي ارتكزنا عليها مرفوضة؟

في الواقع، علينا أن نذهب ببرهنتنا إلى أبعد من ذلك. ولقد رأينا قبل قليل، كيف أن هوية الطائرات الخمس التي تعرضت للحادثة، لم تكن هي مصدر اندهاشنا. كما أن الفترة الممتدة ما بين الثاني والثالث والعشرين أغسطس/آب 2005، لم تكن هي المهمة.

كان بإمكان مثل هذا التسلسل المتقارب أن يكون مثيراً بالقوة نفسها، لو حدث في شهر ديسمبر / كانون الأول أو مارس/ آذار. ولمعرفة ما إذا كان علينا إعادة النظر في فرضيات نموذجنا، أي في استقلالية سقوط الطائرات، يجب علينا حساب احتمال وقوع تسلسل أكثر من خمس حوادث على مدى اثنين وعشرين يوماً، خلال سنة بِرُمّتها مثلاً. ويعتبر هذا الحساب صعباً، لأن التحديدات الزمنية تتداخل فيما بينها. فعدد الحوادث الواقعة ما بين أول يناير/ كانون الثاني والثاني والعشرين منه، مرتبطة طبعاً بعدد الحوادث الواقعة ما بين ثاني والثالث والعشرين يناير /كانون الثاني! بالمقابل، إذا ما انصب اهتمامنا على فترتين منفصلتين، فإن أعداد الحوادث الموافقة لهما ستكون مستقلة.

سنقوم في مرحلة أولى بتبسيط المشكلة عبر تقسيم السنة إلى ست عشرة مرحلة منفصلة، تضم

كل واحدة اثنين وعشرين يوماً [مع تخلينا عن الأيام الثلاثة المتبقية].

إن غياب التسلسل المأساوي على مدى سنة برمتها، يعني بأن هناك على أكثر تقدير، أربع حوادث في كل مرحلة، يقدر وقوعها ب 998 على 1000. وبما أن أعداد الحوادث في كل مرحلة، منفصلة فيما بينها، فإنها تعتبر مستقلة. وكما سبقت الإشارة إلى ذلك، يكفي في الحالة المستقلة، القيام بعملية الضرب، للحصول على احتمال عدم تضمُّن أي حالة للتسلسل المأساوي. هكذا، سيقدر الاحتمال بـ ^{16} (998/1000)، أي حوالي 97/100. إن حظوظ عدم وقوع أي تسلسل من هذا القبيل، في المراحل الستة عشر هي 97 على 100. وبذلك، فإن احتمال أن تتضمن مرحلة واحدة على الأقل، من بين كل تلك المراحل لهذا التسلسل، يقدر بثلاثة في المائة. وهذا رقم ضعيف، غير أن هذا الحساب

تقريبي جداً ما دمنا لم نأخذ بعين الاعتبار كل المراحل الممكنة ضمن اثنين وعشرين يوماً متوالية، فقد يكون الاحتمال الذي يهمنا أعلى نسبياً.

كيف نقوم بالحساب، عندما ننظر إلى المراحل غير المنفصلة؟

إن هذا النوع من المشاكل يتسم بصعوبة خاصة، وكان حافزاً لظهور أعمال عديدة منذ ستينيات القرن الماضي. وقد أطلق علماء الاحتمال probabilistes على أكبر عدد من الأحداث الواقعة خلال فترة محددة بدقة، اسم «إحصائيات الكَنْس»، حيث تحتل هذه الأحداث كل المواقع الممكنة داخل منطقة أو فاصل زمني معيَّنين. ويتم هنا اعتبار أكبر عدد من الحوادث الواقعة على مدى اثنين وعشرين يوماً ويُعتمد هذا المدى « لِكَنْس» الجدول الزمني. وفي السبعينيات من القرن الماضي وضعت صيغ مضبوطة، معبرة عن هذه الإحصائيات؛ لكن

وجدت صعوبة في تطبيقها بسبب تعقُّدها، وهو ما استدعى اللجوء إلى تقريباًت يسهل استخدامها، كما أنها تؤدي إلى نتائج مقبولة. وذلك ما قمنا به، حيث حصلنا على احتمال وقوع تسلسلٍ لخمس حوادث على الأقل، في اثنين وعشرين يوماً على مدى السنة، وذلك بحوالي 0,11. وبصيغة أخرى، هناك في كل سنة، أكثر من حظ على عشرة لملاحظة وقوع حادثة. وهذا الاحتمال أهم بكثير من نسبة 3٪ المحصل عليها عبر المراحل المنفصلة. وفضلاً على ذلك، نشير إلى أن نموذجنا لا يأخذ بعين الاعتبار، التغيرات الموسمية للرحلات الجوية. ففي حالة الاهتمام بها، سيزداد احتمال وقوع حوادث مجتمعة، بالرغم من أن احتمال تعرض كل طائرة على حدة لحادث السقوط، لا يطرأ عليه أي تغيير.

وبالفعل، فإن الحوادث تتمركز بشكل أكبر، في الفترات التي تشتد فيها وتيرة الرحلات. وفي آخر

المطاف، فبالرغم من عدم تمكننا من توقع تسلسل سقوط الطائرات خمس مرات متتالية خلال شهر أغسطس /آب 2005، فبإمكاننا بالمقابل، توقُّع حدوث هذا التسلسل في فترة ما، بل سيكون من غير الطبيعي عدم ملاحظة حوادث للطائرات، بفعل طبيعة الرحلات الجوية الحالية وتضارُب مواعيد الإقلاع. وما دام هذا التسلسل لا يثير الاندهاش، كما قد يعتقد البعض، فلن يكون هناك مبرر لإعادة النظر في فرضية الاستقلالية؛ ذلك أن الصدفة تكفي وحدها، لتفسير ظهور تسلسل مأساوي، مثلما حدث في شهر أغسطس / آب 2005. وبالتالي، لا يمكننا أن نستخلص بأن مستوى السلامة في الطيران المدني قد انخفض بشكل كبير. بالمقابل، سيكون من اللازم مراجعة هذه النتائج، إذا ما لوحظ في المستقبل وقوع تسلسل للحوادث بشكل أكبر ومتقارب. ويَتَبَّين هنا أن من بين صعوبات هذا

النوع من التحليل توجد مسألة تحديد الحدث الذي نريد حساب احتمال وقوعه بدقة. فمعرفة تعرض الطائرات الخمس للسقوط لم تكن دقيقة. وقد كنا مضطرين لأن نأخذ بعين الاعتبار مخاطر تسلسل سقوط متقارب لأكثر من خمس طائرات خلال سنة. كما أننا لم نتمكن من القيام بهذه الدراسة، إلا لكوننا نتوافر على إحصائيات حول تكرار الحوادث وعدد إقلاع الطائرات يومياً. لكن وللأسف، غالباً ما يستحيل إقامة برهان بمثل هذه الدقة، نظراً لعدم توافر الأرقام بهذا الخصوص. وقد حدث لأحد مؤلفيْ هذا الكتاب، أن التقى بالشخص نفسه مرتين، في شهرين وعلى مسافة ثلاثة آلاف كيلومتر وفي ظروف مختلفة، مع العلم بأنه لم يكن يعرفه من قبل. وفي مثل هذه الحالة، كما في العديد من وضعيات الحياة اليومية، لا يمكننا القيام بحساب صارم. فكيف نحدد الحدث المرتبط بهذه

المصادفة؟ وكيف سنعمل على جمع الإحصائيات التي سنعتمد عليها؟ في جميع الأحوال، يمكن تطبيق المقاربة المستعملة في دراسة الحوادث الجوية، على وضعيات ملموسة، كما هو الشأن بالنسبة لعلماء الأوبئة épidémiologistes، عندما يلاحظون وجود عدد مهْول من حالات المرض.

مصادفات خارجة عن القانون

لنأخذ مثالاً لمرض نادر يصيب شخصاً من ضمن مائة ألف شخص في مجموع التراب الفرنسي. في منطقة يقدر عدد سكانها بمليوني نسمة، يمكننا أن نتوقع وجود حوالي عشرين حالة. ولنتصورْ أن الأطباء تعرفوا على خمسين حالة في منطقة بهذا الحجم السكاني، فهل سنصدِّق بأن تجمع هذه الحالات في المنطقة نفسها راجع إلى تأثيرات الصدفة فقط؟ أم يجب علينا أن نستخلص بأن هناك خطراً متزايداً في المنطقة المذكورة وأن علينا البحث عن أسباب ذلك؟

سنفترض من جديد، وجود حالات مستقلة وسنستخدم قانون بّواسون لاختبار مدى صلاحية هذه الفرضية. وبالفعل، فنحن نواجه هنا عدداً كبيراً جداً من الأفراد الذين يمكن لكل واحد منهم

أن يتعرض للمرض، وإن كان احتمال ذلك ضئيلاً جداً. وتتطابق حدّة قانون بواسون التي يتعين استخدامها، مع متوسط عدد المرضى في منطقة من مليوني نسمة أي $20=100000/1\times2000000$، وهذا الحساب شبيه بذلك الذي أجريناه بخصوص سقوط الطائرات. لكن الحدَّة مختلفة، بحيث يجب استدعاء خمسين حداً termes. وهو ما يمنحنا احتمالاً واحداً على مائة مليون، للحصول على أكثر من خمسين حالة مرض داخل منطقة من مليوني نسمة. وكما هو الشأن بالنسبة للمثال السابق، يجب أن نأخذ بعين الاعتبار، مجموع المناطق الممكنة. والحال، أن لا وجود لسوى ست وعشرين منطقة إدارية بفرنسا. إذا كانت الحالات مستقلة، فإن وضعها سيكون شبيهاً بالمراحل المنفصلة التي تبلغ مدتها اثنين وعشرين يوماً، كما تَبَيّن من دراسة سقوط الطائرات. ويظهر من خلال حساب مماثل،

بأن احتمال وقوع مثل هذا الحدث داخل إحدى المناطق الفرنسية، يناهز ثلاثة على عشرة ملايين (26) (1-1/100000000) -1) وهو احتمال ضعيف. وما دام تمركز خمسين حالة بمنطقة معينة، غير متلائم مع قوانين الصدفة، فمن اللازم إبعاد فرضية غياب الرابطة بين المرضى، وبالتالي فبإمكاننا، وبشكل مشروع، البحث عن سبب آخر لهذه الصدفة hasard بديلاً عن هذه المصادفة coïncidence، مثل القيام بدراسة شروط حياة وتغذية وبيئة الأشخاص المصابين.

طبعاً، هذا المثال مُتَخَيَّل، لكن وضعية من قبيل هذه تعتبر مألوفة. وهو ما حدث في أواخر سبعينيات القرن الماضي بكاليفورنيا، حيث ظهرت حالة متكررة بشكل غير طبيعي لنوع من سرطان الجلد يدعى ورم كابوزي الخبيث sarcome de Kaposi لدى المِثْلِيِّين الجنسيين، مما أدى إلى التساؤل

عن وجود سبب مشترك وأسفر عن اكتشاف مرض فقدان المناعة المكتسبة Sida.

لنعدِ الآن إلى المثالين السابقين. بصدد المثال الأول [أي سقوط الطائرات]، فإن احتمال فرص وقوع مثل هذا التسلسل خلال سنة، كبير بما فيه الكفاية، لذلك لا يمكن الإقرار بأنه وليد الصدفة. بالمقابل، في المثال الثاني [المتعلق بالوباء]، كانت حظوظ حدوث تمركز كبير للمرضى بالصدفة ضعيفة، لذلك استنتجنا بأنَّ من الضروري البحث عن تفسير آخر. ومن الممكن أن نتساءل عن العتبة التي يمكن انطلاقاً منها، عدم التصديق بغياب الرابطة بين الأحداث. لكن هذا الأمر متعلق بالحالات!

هل يعتبر تكريس الوقت واستعمال المال للبحث من دون جدوى عن تفسير آخر لظاهرة خاضعة للصدفة، أخطر من عدم البحث عن تفسير وعدم إبراز حلّ ممكن؟ عملياً، يضع الإحصائي

statisticien لنفسه حداً قبلياً، مفاده أن الاحتمال المتوصل إليه عن طريق الحساب إذا كان أكبر من هذا الحد، فإن فرضية الاستقلالية تعتبر معقولة. وعلى العكس من ذلك، إذا كان الاحتمال أصغر، فسيتم رفض هذه الفرضية واعتبار الأحداث مترابطة فيما بينها. وعادة ما تختار العتبة المستعملة ما بين $\frac{1}{100}$ و $\frac{5}{100}$، وهي ترتفع أو تقل بحسب إمكانيات التعرض للخطأ. هكذا، ستكون أعلى كلما كانت هناك خطورة في تجنب الرابطة الواقعية بين الأحداث.

لماذا يثير تسلسل الأحداث اهتمامنا بغير حق؟

لكي يستمر الإنسان في البقاء، خضع دوماً لِمَلَكَتِه القادرة على تأويل مختلف عناصر بيئته عبر الربط بينها؛ وهكذا، تمكن من انتهاز الفرص كي يتطور. وعندما أحس مثلاً بأنه مريض من جراء تناوله لبعض الأعشاب، شك في وجود علاقة سببية بينها وتعلم كيف يتجنب الأعشاب السامة. وعلى العكس من ذلك، اكتشف التأثيرات المفيدة الناجمة عن تناول نباتات أخرى. وعندما لاحظ بأن الحبوب تنبت بشكل أفضل في الأماكن الطبيعية الرطبة، فكر في سقي مزروعاته. هكذا، وخلال عملية التطور، تمكن الأفراد الذين يتوافرون على قدرة أفضل في اكتشاف الروابط بين عناصر محيطهم بشكل أسرع، من الحفاظ على بقائهم بطريقة أسهل، ونقلوا هذا

الاستعداد إلى خلفهم. بالتالي، فإن العقل الإنساني طور استعداداً رائعاً للكشف عن مجريات الأشياء والقيام على الفور، بالتقريب بين مختلف الأحداث المتزامنة.

وللأسف، يصعب علينا حصر ملكة الكشف عن الدواعي والمصادفات هذه، لذلك فهي تؤدي بنا أحياناً إلى تعميم ملاحظاتنا بشكل سريع جداً. من منا لم يستعمل عبارة: «لابد لاثنين من ثالث»؟ إن الشخص الذي يتأخر عن موعده مرتين متتاليتين، يجعلكم تعتقدون بأنه لا يلتزم بمواعيده، مع العلم بأن هذا التأخر قد يكون خارجاً عن إرادته. وإذا ما زرْتم المنطقة نفسها مرتين خلال العطلة، وسقط المطر في كل مرة، فإنكم ستستنتجون من دون شك، بأن طقسها سيئ. ومع ذلك، فإن أصدقاءك زاروها في السنة الماضية وصادفوا طقساً جميلاً جداً.

وأحياناً تكفي ملاحظة واحدة لبلورة رأيكم،

فإذا اشتريتم سيارة تتعرض لِلْعُطْل في الغالب، فإنكم قد تستنتجون بأن هذا النوع من السيارات غير موثوق به. لكن، لو كان الأمر كذلك، لتوقفت المؤسسة الصانعة للسيارات عن النشاط. نحن ننخدع في كل مرة بما ندعوه ب «قانون الأعداد الصغيرة». ومن الممكن اعتبار هذا القانون تأويلاً سيِّئاً لِمُبَرْهَنَة théorème كلاسيكية للاحتمالات تسمى « قانون الأعداد الكبيرة». ومعلوم أن مشروعية استطلاعات الرأي تقوم على هذا القانون الأخير؛ فلتكوين فكرة عن رأي المواطنين، نقوم بأبحاث عبر استجواب جزء من السكان تم سحبه بواسطة القرعة. ويقرُّ **قانون الأعداد الكبيرة** أساساً بأن النتيجة ستكون دقيقة إذا ما كان هذا الجزء المسمى «عيِّنة» كبيراً بما فيه الكفاية. من المشروع إذن تعميم الملاحظات المُسْتَقَاة من جماعة من الأشخاص سُحبوا بالاقتراع داخل مجموع السكان، شريطة

أن يكون حجم هذه الجماعة كافياً؛ ذلك أن القيام بالبرهنة انطلاقاً من قانون الأعداد الصغيرة، يعني استخلاص النتائج من بحث أُجْريَ على شخصين أو ثلاثة أشخاص فقط. إن حالة الطقس الملاحظة خلال فترتي إقامة في منطقة ما لا تكفي لتكوين فكرة مضبوطة عن مناخ تلك المنطقة؛ كما أن سيارة معطَّلة لا تشهد بالضرورة على انعدام جودة كل السيارات من النوع نفسه. من الصعب كبْح ميلنا الطبيعي للتعميم، وإذا ما تعزز الربط بين الأحداث بأحكام قبْلية أيضاً، فإن هذا الميل يصبح أقوى. وخير شاهد على ذلك، لعنة توت عنخ آمون التي تحدثنا عنها من قبل. لقد بدأت الإشاعة في التضخم منذ حصول الوفيات الأولى، ولربما ساعدتها في ذلك الأساطير التي كانت تحيط بمقابر الفراعنة. قبل موت اللورد كرنافون بفترة قصيرة التهمت أفعى الصل، الحامية للفراعنة، طائر كَناري كان في حوزة

هوارد كارتر Howard Carter [أول عالم آثار ولج القبر]. ومنذ ذلك الحين، أصبح هناك ميل لتأويل كل مأساة ذات صلة، من قريب أو بعيد، بمنتهِكي حرمة القبر، وفْقا لهذه اللعنة المزعومة. وبهذا الصدد، تم إحصاء العديد من الأشخاص الذين لم يسبق لهم أن اقتربوا من المومياء [مثل أصدقاء أو أفراد عائلتي كل من كارتر وكرنافون أو ممرضة هذا الأخير]. ولن نستغرب من وقوع وفيات عديدة خلال السنوات التي أعقبت اكتشاف القبر، إذا ما أخذنا بعين الاعتبار محيط كل أعضاء فريق العلماء المتخصصين في مصر، بالمعنى الواسع للكلمة. فعدد الأشخاص الذين يمكن لوفاتهم أن تساهم في انتشار فرضية اللعنة، سيصبح كبيراً في اللحظة التي لم يعد فيها الأمر مقتصراً على المتسبِّبين في انتهاك القبر وحدهم.

وفي الواقع، فإن الأشخاص الخمسة والعشرين

الأكثر عرضة للعنة [وهم الذين شاركوا في فتح القبر أو في فحص المومياء] لم يُبَادُوا عن آخرهم. لقد توفي ستة منهم فقط على مدى عشر سنوات؛ بل إن هوارد كارتر نفسه الذي كان في الواجهة لم يُتَوَفَّ نتيجة تشمع الكبد إلا في سنة 1939، وذلك عن سنّ تناهز الرابعة والستين.

وفي دراسة حديثة نُشرت بالمجلة الطبية البريطانية British Medical Journal، تم الإقرار بشكل صريح على أن الأمل في الحياة لدى الأشخاص الخمسة والعشرين الذين انتهكوا حرمات القبر، لم يكن مختلفاً عن الأمل في الحياة لدى الأشخاص الآخرين الذين كانوا يعيشون في أوضاع شبيهة بأوضاعهم! وحسب شهادة حارس القبر، خلال عمليات التنقيب، فإن إشاعة اللعنة، صدرت عن علماء الآثار أنفسهم، لإبعاد الفضوليين واللصوص؛ بل لقد أوهموا الناس بوجود كتابة [هيروغليفية] محفورة

عند مدخل قاعة الموتى Chambre funéraire، جاء فيها: « ستصيب المنية بأجنحتها كل من أزعج الفرعون»!

هل يتعلق الأمر بمعجزة؟ نعم، لكن ما طبيعتها؟

غالباً ما نكون على حق عندما نشهد على وقوع ظواهر غير عادية. بيد أن خطأنا يتمثل في النتائج التي نستخلصها عبر إعطاء دلالة لهذه الظواهر. إن الحدث الذي يعتبر بعيد الاحتمال أصلاً، يتوافر على حظوظ ضئيلة للوقوع، ولهذا فهو يدهشنا عند وقوعه. لكن هناك أحداث كثيرة بعيدة الاحتمال، إلى درجة أننا نكون شبه متأكدين من إمكانية وقوع بعضها. وفي هذه الحالة، سيكون العكس هو المثير للاستغراب! فشخص – مثلكم مثلاً– يتوافر على حظ واحد من بين أربعة عشر مليون حظ، لربح اليانصيب الأكبر للعبة اللوتو Loto، عند ملئه لشبكة واحدة. لكن، هناك شبكات عديدة صحيحة،

بحيث يوجد رابحون من الدرجة الأولى في كل أسبوع. وفي جميع الأحوال، نحن جميعاً رابحون في إطار يانصيب شاسع. وعندما نفكر في تلاقي كل الوقائع التي أدت إلى ميلادنا، سنرى بأن وجود كل واحد منا، كان قَبْلِياً بمثابة حدث بعيد الاحتمال بشكل كبير. ومع ذلك، فنحن موجودون جميعاً هنا!

ذلك هو ما لاحظناه أيضاً خلال تحليل ظاهرة سقوط الطائرات. فاحتمال تعرض خمس طائرات بالضبط للسقوط، كان ضئيلاً. لكن هناك طرقاً عديدة لاختيار خمس طائرات من بين تلك المقلِعة خلال اثنين وعشرين يوماً، بحيث يصبح التسلسل المأساوي للحوادث محتملاً، مثلما وقع في شهر أغسطس / آب 2005.

هكذا، فإن أحداثا استثنائية تقع يومياً وتستحوذ على انتباهنا خطأ، عندما نكون شاهدين عليها.

ومن خلال انبهارنا، ننسى الأحداث العديدة التي لم تقع. وهذه الغرابة هي التي تُستغل من قِبَل المنجمين وقارئي الطالع. إنهم بمضاعفة توقعاتهم، ينجحون في معاينة تحقق بعضها ويعتمدون على ذاكرتنا الانتقائية للاحتفاظ بهذه الأخيرة فقط. ومن الممكن أن تخفى عنا المحاولات الفاشلة عن قصد. تصوروا أنه اقترح عليكم شراء برمَجية logiciel مؤكدة الفعالية بألف يورو، قادر على أن يتوقع بدقة ارتفاع أو انخفاض أسعار الأسهم بالبورصة، خلال الأربع والعشرين ساعة القادمة. طبعاً ستشكّكون في الأمر؛ ولإقناعكم سيتم منحكم تجربة بالمجان. وخلال أسبوع، ستتوصلون يومياً ببريد إلكتروني يتضمن توقعات البرمجية بخصوص تطور ثلاثة أسهم. فإذا ما تحقق توقع يوم الاثنين، فإنكم ستعتبرون بكل تأكيد بأن المسألة راجعة إلى الحظ، وبوجوب حدوث ما هو أكثر من

ذلك لإقناعكم. وكيفما كان الحال، فهناك فقط ثمانية تطورات ممكنة بخصوص معاملات الأسهم الثلاثة خلال اليوم [بمعدل اختيارين يهمان ارتفاع أو انخفاض السعر، بالنسبة لكل سهم، أي 2 x 2 x 2 = 8]. لكن، ألن تعيدوا النظر في قناعتكم، إذا ما تبين لكم بأن التوقعات التي توصلتم إليها على مدى الأسبوع صحيحة؟ من المؤكد أنكم ستسعوْن إلى شراء هذه البرمجية المعجزة. وهنا سترتكبون الخطأ! فما تجهلونه هو أن العرض نفسه اقتُرح على مئات الآلاف من الأشخاص. في اليوم الأول، تم تقسيم مجمل المتلقين إلى ثمان مجموعات وتلقت كل مجموعة إحدى الإمكانيات الثماني لتصور سعر الأسهم في اليوم الأول. وقد قسمت المجموعة التي تلقت التوقع الجيد بدورها إلى ثمانية أجزاء، بحيث توصل كل واحد منها بتوقع مخالف في يوم الثلاثاء. هكذا، استمرت العملية بالشكل نفسه حتى يوم

الجمعة. فإذا كان عدد المغرّر بهم الممكنون مرتفعاً في البداية [بحيث يصل في الأيام الخمسة الأولى إلى: 32768 = 8x8x8x8x8]، فإنه سيظل هناك مع ذلك أشخاص يتلقون توقعات جيدة طوال الأسبوع. وبإمكان النَّصّاب، صاحب العملية، أن يأمل في بيع العديد من وحدات برمجيته الزائفة لسيئي الحظ الذين تلقوا توقعات جيدة.

أما العبرة من الملاحظات السابقة فهي كما يلي: إذا كنتم تنتظرون حدوث معجزة محدّدة، فهي لن تقع على الأرجح. لكن، توجد بالرغم من كل شيء معجزات كثيرة قابلة للتصور، بحيث سيكون تحققها شبه مؤكد.

هل علينا
تصديق قانون تسلسل الأحداث؟

حسب القاموس، القانون يصف «علاقة ضرورية، ثابتة وقابلة للتحقق تجريبياً، بين ظواهر الطبيعة». وبهذا المعنى، فإن قانون تسلسل الأحداث، لا يعتبر قانوناً حقيقياً ولا يمكن بالتالي استخدامه للقيام بالتوقعات. وعلى عكس ما يدعيه بعض الكتاب، لا يمكن استثماره مثلاً، لتحقيق ربح أسهل في ألعاب الحظ. فخروج الرقم نفسه عدة مرات في عمليات السحب الأخيرة، لا يعني بأنه سيستمر في الظهور بشكل متكرر ولا بأنه سيختفي على العكس من ذلك. وإذا ما كانت لفظة «قانون» تُستخدم خطأ، فذلك راجع إلى ميلنا للاحتفاظ بسلسلة الكوارث أو بالأحداث السعيدة وحدها، ناسين الوضعيات العديدة التي «تأتي فيها

المصيبة بمفردها». وفي جميع الأحوال، فإن قانون تسلسل الحوادث يستدعى بَعْدِيا وعند غياب سبب معروف. وبالفعل، فما إن يُكتشف السبب المفسر للمصادفات، حتى يختفي استعمال عبارة « قانون تسلسل الأحداث». إن هذا القانون لا يفيد إلا في خلق رابطة اصطناعية بين أحداث متشابهة، تدفعنا غريزتنا إلى الاعتقاد بوجود ترابط بينها. ونحن نسعى دوماً إلى إعطاء معنى للعالم المحيط بنا، وهو ما يدفعنا إلى تأويل كل حدث من الأحداث التي نلاحظها، خصوصا إذا ما بدت لنا استثنائية.

ورغم ذلك، توجد أحداث كثيرة بعيدة الاحتمال، لكنها قابلة للتحقق إلى درجة أن بعضها يأتي بالضرورة، ولا نجد له أي تفسير، اللهم إلا بإرجاعه إلى الصدفة. وأمام سلسلة من المصادفات، لم يحدد سببها بوضوح، فإن بإمكان حساب الاحتمالات أن يوضح ويقول لنا ما إذا كان من

المعقول اعتبار الصدفة هي المسؤولة الوحيدة عنها، شريطة توفرنا على ما يكفي من الإحصائيات.

وإذا ما توصلنا من خلال برهنة صارمة إلى أن هناك حظوظاً ضئيلة لحدوث مثل هذا التسلسل بفعل الصدفة، فإن ذلك يقتضي وجود رابطة بين عناصر هذه السلسلة. ومن المؤكد أن أبحاثاً معمقة في المستقبل، ستسهم في اكتشاف هذه الرابطة. وفي جميع الأحوال، تظل الصدفة في العديد من الحالات هي التفسير العقلاني لظهور تسلسل الأحداث، وإن كنا نميل إلى التقليل من أهمية قدراتها على صنع روابط بين الأحداث المفاجئة. وقد برهنت نظرية الاحتمالات على أن الصدفة تنتج المصادفات حتماً، رغم أن عقلنا يجد صعوبة في تقبل هذا الأمر.

ثبت بالمصطلحات

A

A priori		قبلي
A posteriori		بعدي
Accidents		حوادث
Approximation		تقريبي
Amnésique		فاقد للذاكرة
Au hasard	:	كيفما اتفق

B

Biais		انحراف
Bonne étoile	:	حسن الطالع

C

Coïncidences		مصادفات
Crashs		سقوط الطائرات
Concept de synchronicité		مفهوم التزامنية

E

Evénement		واقعة
Echantillon		عينة

Explication rationnelle	:	تفسير عقلاني
	F	
Fortuit		عَرَضِي
Fréquence	:	تكرار
	H	
Hasard		صدفة
Hypothèse	:	فرضية
	I	
Intensité		الحدّة، شدة الوتيرة
Idées reçues		أفكار جاهزة
Improbable	:	بعيد الاحتمال
	J	
Jeux du hasard	:	ألعاب الحظ
	L	
Lois du hasard		قوانين الحظ
Loi de série	:	قانون تسلسل الأحداث
	M	
Mémoire sélective	:	ذاكرة انتقائية
	P	
Paradoxe		مفارقة
Probabiliste		عالم احتمال

Plausible		مقبول
Pseudo-scientifique	:	شبه علمي

T

Théorème	مبرهنة
Tirage au sort	سحب بالقرعة
Tirage aléatoire	سحب احتمالي
Théorie de probabilité	نظرية الاحتمال

المراجع

- Henri Broch et Georges Charpak, *Devenez sorciers, devenez savants*, O. Jacob, 2002.
- Benoît Rittaud, *Hasard et Probabilités*, le Pommier, coll. « Quatre à Quatre », 2002.

وهذا العمل هو عبارة عن مدخل إلى شكلانية نظرية الاحتمالات.

- Andrew Stickland, « Coïncidence, Corrélation and Chance », *Plus Magazine*, n° 31, sept. 2004. (http://plus.maths.org/)

وهو مقال جيد في الموضوع، متوافر بالإنجليزية.

هذا الكتاب

قانون تسلسل الأحداث، هل يتعلق الأمر بالصدفة أم بالحتمية؟

تبرز أهمية هذا الكتاب في محاولته معالجة قضايا تسلسل الأحداث وارتباطها وإمكانية أو عدم إمكانية وقوعها، بأسلوب علمي رصين يعتمد بالأساس على معطيات الرياضيات وتحديداً على حساب الاحتمالات. ويتضمن الكتاب أسئلة إشكالية عديدة يمتزج فيها البعد العلمي بالبعد الفلسفي. فهل ما يقع من أحداث هو وليد الصدفة؟ وهل يسمح تسلسلها بوضع القوانين التي تساعد على توقعها؟

إذا كانت بعض الأحداث تحصل عن طريق الصدفة، فإننا نجتهد مع ذلك في تأويلها ومنحها معنى لها والربط بينها، اعتماداً على حساب

الاحتمالات .

وإذن هل يخضع قانون تسلسل الأحداث للصدفة أم للحتمية؟ وكيف يمكن للرياضيات أن تساعدنا على فهم صيرورة هذه الأحداث وتطوراتها؟ لقد سعت نظرية الاحتمالات إلى دراسة الظواهر القائمة على الصدفة والعلاقات الجارية بينها، من خلال مفهومي التبعية والاستقلالية. وهنا تواجهنا مفاهيم من قبيل الممكن والمحتمل والمتوقع والحتمي والضروري. وتكتسب الوقائع من خلال هذه المفاهيم معاني متعددة ومتنوعة.

فهل نحن إذن خاضعون للصدفة أم للحتمية؟ ذلك ما سيحاول هذا الكتاب الإجابة عليه عبر أمثلة محددة ومختارة بعناية.

نبذة عن المؤلفين:

إليز جانفريس وتيبيري دولارو، مكلفان بالأبحاث بالمركز الوطني للبحث العلمي بفرنسا ويشتغلان بمختبر الرياضيات بجامعة روان.

نبذة عن المترجم:

د. عز الدين الخطابي، تابع تكوينا فلسفيا وسوسيولوجيا. وهو حائز على الدكتوراه في الإثنولوجيا من جامعة نيس سنة 1990. أصدر العديد من المؤلفات في مجالات التربية والاجتماع والفلسفة. كما ترجم عدة مؤلفات لمفكرين وفلاسفة غربيين، أمثال: جاك دريدا وهابرماس، وجيل دولوز، وإيمانويل ليفناس وغيرهم.

قانون تسلسل الأحداث. هل يتعلق الأمر بالصدفة أم بالحتمية؟
تبرز أهمية هذا الكتاب في محاولته معالجة قضايا تسلسل الأحداث وارتباطها وإمكانية أو عدم إمكانية وقوعها. بأسلوب علمي رصين يعتمد بالأساس على معطيات الرياضيات وتحديداً على حساب الاحتمالات. ويتضمن الكتاب أسئلة إشكالية عديدة يمتزج فيها البعد العلمي بالبعد الفلسفي. فهل ما يقع من أحداث هو وليد الصدفة؟ وهل يسمح تسلسلها بوضع القوانين التي تساعد على توقعها؟
ذلك ما سيحاول هذا الكتاب الإجابة عنه عبر أمثلة محددة ومختارة بعناية.